



Zusammenfassung und Perspektiven

7

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Datenerhebungen mit den dieser Studie zugrundeliegenden Theorien sowie dargestellten Studien in Bezug gesetzt, um Ansätze und Erklärungen zur Wirkung des durchgeführten Unterrichtsprojekts zu finden. Die Ergebnisse werden hinsichtlich der einzelnen Forschungsfragen und deren Ausdifferenzierung diskutiert.

Bevor die Ergebnisse der Datenerhebungen in der Entwicklungs- (EG), Feld- (FG) und Kontrollgruppe (KG) analysiert werden, wird im Folgenden zunächst eine deskriptive Darstellung im Hinblick auf die Umsetzbarkeit des Projektes im Rahmen des schulischen Unterrichts vorgenommen. Dabei werden insbesondere die Planung und Durchführung mit auftretenden Schwierigkeiten und Problemen, jedoch auch unvorhersehbare und unerwartete positive Ereignisse und Entwicklungen im Laufe der Projektumsetzung beschrieben. Ausgangspunkt dieser deskriptiven Darstellung sind Beobachtungen der wissenschaftlichen Projektleitung sowie mündliche Berichte beteiligter Lehrkräfte und SchülerInnen. Die Darstellungen bilden dabei keine Forschungsergebnisse ab, können jedoch dabei helfen einen Eindruck im Hinblick auf den Aufwand zur Vorbereitung und Begleitung des Unterrichtsprojekts sowie bezüglich der Arbeitsatmosphäre und allgemeinen Stimmung während der Durchführung zu gewinnen.

Die Überprüfung der Umsetzbarkeit der Projektidee war ein Schwerpunkt der Entwicklungsstudie. Die generelle Umsetzbarkeit wurde mit der Durchführung der Entwicklungsstudie überprüft und bestätigt, wodurch die Feldstudie, die Durchführung des Projekts unter der Anleitung der regulären Mathematiklehrkraft, anlaufen konnte. In den folgenden Ausführungen werden die Planung und Durchführung genauer betrachtet, wobei nicht nur die Entwicklungsstudie, sondern auch die Feldstudie in die Analyse miteinbezogen werden.

Auf Grundlage dieser Ausführungen und insbesondere der Forschungsergebnisse können Lehrkräfte Aufwand und Ertrag hinsichtlich des Unterrichtsprojekts abwägen. Im abschließenden Fazit wird dieser Vergleich schließlich diskutiert.

Die Umsetzung der Projekte wurde mit viel Vorlauf geplant, da für die Durchführung zwei Projektstage angesetzt waren und die teilnehmenden Klassen demnach zwei Tage aus dem regulären Unterricht genommen werden mussten. Zunächst mussten die jeweiligen Schulleitungen vom Nutzen des Projekts überzeugt werden, da die Ansetzung nicht nur auf Seiten der wissenschaftlichen Leitung, sondern auch auf Seiten der Schule mit organisatorischem Aufwand verbunden war. So waren nicht nur die Klassen, sondern in der Feldstudie auch die jeweiligen Mathematiklehrkräfte für zwei Schultage verplant und deren Unterricht musste vertreten werden. Die Schulleitungen und die entsprechenden Lehrpersonen konnten jedoch vom Konzept des Projekts überzeugt werden. Es wurden sogar Überlegungen angestellt, dieses Projekt als AG in ein längerfristiges Format umzuwandeln und andere Fächer miteinzubeziehen.

Auf der Seite der wissenschaftlichen Leitung mussten die Lehrkräfte in der Feldstudie vor dem Projekt in die Umsetzung, sowohl technisch als auch inhaltlich, und in den konkreten Ablauf eingewiesen werden. Die Lehrkräfte, welche grundlegende Erfahrungen im Umgang mit dem Tablet und dessen Funktionen hatten, konnten der Einführung ohne Probleme folgen, wodurch es auch im Projektverlauf zu keiner Störung kam. Auch in Bezug auf den Verlaufsplan sowie die inhaltlich-mathematischen Schwerpunkte verlief die Einführung problemlos, was sich auch in der eigentlichen Durchführung des Projekts widerspiegelte. Der letzte Schritt der Planung bestand in der Vorbereitung der benötigten Materialien (vgl. Kapitel 5.2). Neben der Bereitstellung der Lernmaterialien und der Vorbereitung der Technik, wie Tablets laden oder Software updaten, wurde insbesondere darauf geachtet, dass die SchülerInnen Material für die filmische Umsetzung zur Verfügung gestellt bekommen. So wurden Plastikmodelle der geometrischen Körper und Alltagsgegenstände wie Bälle oder Verpackungen, welche die Form der zu thematisierenden geometrischen Körper haben, bereitgestellt, um an diesen Objekten Berechnungen und Erklärungen durchführen zu können.

Am Beginn des Projekts saßen die SchülerInnen im Plenum im Klassenraum und verfolgten die Einführung. Die anfängliche Anspannung aufgrund der unbekannteren Unterrichtssituation wich spätestens mit der Bekanntgabe des Arbeitsauftrags. Die heitere Stimmung erhielt jedoch zunächst einen Dämpfer, als die Gruppeneinteilung durch die Lehrkraft verkündet wurde und die Wunschgruppeneinteilung oftmals nicht zustande kam. Mit dem Beginn der ersten Gruppenphase wandelte sich jedoch die Atmosphäre zumeist in eine konzentrierte und auf den Arbeitsauftrag ausgerichtete Arbeitsatmosphäre, in der mit

den bereitgestellten Lernmaterialien zunächst die inhaltlichen Schwerpunkte des eigenen Themas im Steckbrief fixiert und anschließend mithilfe der Alltagsgegenstände und den Körpermodellen an einer geeigneten Story gearbeitet wurde. Nach der Präsentation der Ergebnisse der ersten Gruppenphase, begann mit der zweiten Gruppenarbeitsphase die mediale Umsetzung. Die SchülerInnen erhielten in dieser Phase die Freiheit sich außerhalb des Klassenraums zu bewegen und beispielsweise auf dem Schulhof oder in anderen nicht belegten Räumen die ersten Szenen zu drehen. Die Bedenken einiger Lehrkräfte, dass aufgrund der Abwesenheit einer Aufsichtsperson kein konzentriertes oder zielgerichtetes Arbeiten in den Gruppen zustande käme, waren ausnahmslos unbegründet. In den Gruppen wurden die Szenen besprochen und über die gestalterische Umsetzung diskutiert. Ein Indiz dafür war, dass jede Gruppe, sowohl in der Entwicklungs- als auch in der Feldstudie, ein Erklärvideo in der vorgegebenen Zeit produziert hat. Die SchülerInnen haben die gewährte Freiheit demnach als Vertrauensvorschuss verstanden, der in keiner Gruppe ausgenutzt wurde. In den Videos wurden dabei kreative Ideen, wie das Nachstellen einer Quizshow, Krimiserie, einer Reportage oder Bezüge zu aktuellen Themen wie Sturmschäden oder der Kluft zwischen Fach- und Jugendsprache entwickelt. In vielen Erklärvideos wurden zudem Experten, zumeist „Professoren“ zurate gezogen, um über die Eigenarten der geometrischen Körper, wie das Volumen oder den Oberflächeninhalt, aufzuklären.

Mit der Präsentation der Erklärvideos fanden die Projekte in jedem Durchlauf ihren Abschluss und die SchülerInnen konnten die Umsetzungen der anderen Gruppen betrachten. Die freudige Atmosphäre nach der Präsentation zeigte sich auch in den Rückmeldungen einiger SchülerInnen, die insbesondere *„die Abwechslung zum normalen Matheunterricht“* und das *„kreative Arbeiten“* schätzten und betonten, *„weil man da selber dran gearbeitet hat, konnte man sich das besser merken, weil man das mit bestimmten Punkten verbinden konnte“*. Es gab allerdings auch SchülerInnen, die den Nutzen in Bezug auf die mathematische Kompetenzentwicklung in Frage stellten, da das Thema bereits im Unterricht behandelt wurde und es demnach *„nichts Neues“* war. Die meisten SchülerInnen zogen jedoch ein positives Fazit und konnten sich vorstellen, das Projekt nochmal zu einem anderen Thema zu wiederholen.

7.1 Zusammenfassende Diskussion – Ergebnisse zu F1

Zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage (vgl. Kapitel 6.1.1) wurde eine Auswahl von Skalen des *Intrinsic Motivation Inventory* (vgl. Ryan & Deci, 1994) genutzt. Die Unterfragen bezogen sich dabei auf die Konstrukte *intrinsische Motivation* und die insbesondere in Lehr- Lernsituationen damit zusammenhängenden psychologischen Grundbedürfnisse des *Autonomie-* sowie *Kompetenzerlebens*. Das Autonomieerleben wurde mithilfe von zwei Skalen, Erleben von Druck und Spannung sowie Wert und Nützlichkeit erfasst. Um die Wirkung des Projekts auf diese Variablen einordnen bzw. interpretieren zu können wurden die Wirkung auf diese auch jeweils in Bezug auf eine reguläre Mathematikstunde untersucht. Die Daten hinsichtlich der regulären Mathematikstunde dienen somit als Referenzwerte, wobei der Vergleich lediglich eine Orientierung darstellt, da die Wirkung einzelner Unterrichtsstunden nicht stellvertretend für den gesamten Mathematikunterricht interpretiert werden kann. Die Aussagekraft dieses Vergleichs ist daher nur bedingt allgemeingültig.

F1.1 *Ist ein Unterschied der intrinsischen Motivation der teilnehmenden SchülerInnen während der Arbeit im Projekt im Vergleich zu regulärem Mathematikunterricht zu verzeichnen? Gibt es dahingehend Unterschiede zwischen der Entwicklungs- und Feldgruppe?*

Die Befunde in Bezug auf das Erleben intrinsischer Motivation während des Projekts sowie der regulären Mathematikstunde zeigten Unterschiede im Vergleich dieser Lernumgebungen. Sowohl die SchülerInnen in der Entwicklungsgruppe als auch in der Feldgruppe wiesen eine größere intrinsische Motivation während des Projekts im Vergleich zur vorherigen Mathematikstunde (vgl. Kapitel 6.6.1) auf. Die aufgestellte Hypothese 1.1 kann demzufolge bestätigt werden. Die insbesondere aus der Selbstbestimmungstheorie abgeleiteten motivationsfördernden Handlungs- und Gestaltungsmerkmalen, wie Autonomiegewährung, Kooperation und Wertinduktion, an welchen die Lernumgebung des Projekts ausgerichtet war, könnten somit Einfluss auf die intrinsische Motivation genommen haben. Dass die Gestaltungsmerkmale der Lernumgebung einen ausschlaggebenden Einfluss gehabt haben könnten, zeigte sich insbesondere in der Feldstudie. Das Projekt wurde jeweils von der Mathematiklehrkraft geleitet, die auch den regulären Mathematikunterricht durchführte. Der mögliche Störfaktor Lehrperson, welcher bei der Projektdurchführung in der Entwicklungsstudie durch die Anleitung einer anderen Person als die Mathematiklehrkraft einen Einfluss auf Affekt

und die Motivation gehabt haben könnte, wurde dadurch in der Feldstudie ausgeschlossen. Die Lehrperson ist allerdings eine mögliche Erklärung für den Unterschied in der intrinsischen Motivation zwischen Entwicklungs- und Feldgruppe. Die intrinsische Motivation bezüglich der regulären Unterrichtsstunde war in der Entwicklungsgruppe niedriger als in der Feldgruppe. Hinsichtlich des Projekts lagen die Werte der intrinsischen Motivation bei den SchülerInnen der Entwicklungsstudie im Durchschnitt über denen der Feldstudie.

Wie im theoretischen Rahmen dargestellt, können die Gründe für höhere intrinsischen Motivation während des Projekts in einem so komplexen affekt-motivationalen Gefüge schwer auf nur einen Einflussfaktor reduziert werden. Gemäß der Selbstbestimmungstheorie bilden die psychologischen Grundbedürfnisse die Grundlage für die Entstehung von intrinsischer Motivation (vgl. Deci & Ryan, 1985; Ryan & Deci, 2002). Ob eine (Lern-) Handlung als intrinsisch motiviert gilt, hängt zum großen Teil von der Empfindung von Druck bzw. Fremdbestimmung und dem Grad der persönlichen Relevanz dieser Handlung ab (vgl. u. a. Deci & Ryan, 1993; Reeve, 2012).

Neben der Autonomie hat das Erleben von Kompetenz insbesondere in Lern- und Leistungskontexten einen großen Einfluss auf die intrinsische Motivation. Um eine mögliche Erklärung für die Befunde hinsichtlich der Ausprägung der intrinsischen Motivation in der Entwicklungs- und Feldstudie zu finden, können die Ergebnisse zur Analyse des Autonomie- und Kompetenzerlebens herangezogen werden.

F1.2 Unterscheidet sich das Autonomieerleben der SchülerInnen während des Projekts im Vergleich zu regulärem Mathematikunterricht? Gibt es diesbezüglich Unterschiede zwischen der Entwicklungs- und Feldgruppe?

Die Fragestellung im Hinblick auf das Autonomieerleben bezieht sich dabei einerseits auf den Aspekt des subjektiven Drucks bzw. der Spannung und andererseits auf den persönlichen Wert bzw. die Relevanz bezüglich der Handlungen während des Projekts und der regulären Mathematikstunde.

Die Ergebnisse in Bezug auf Druck und Spannung (vgl. Kapitel 6.6.2) zeigen, dass die SchülerInnen der Entwicklungsgruppe, mit einem mittleren Effekt, geringeren Druck und entsprechend weniger Fremdbestimmung während des Projekts erlebten als während der Referenzstunden im Rahmen des regulären Mathematikunterrichts. Bei den SchülerInnen der Feldgruppe wurde kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen Unterrichtsstunde und Projekt in Bezug auf subjektiven Druck festgestellt. Es wurden zudem keine Gruppenunterschiede hinsichtlich dieser Variable nachgewiesen. Diese widersprüchlichen Ergebnisse

lassen sich teilweise durch das Absenken des Signifikanzniveaus, welches in der Auswertung aufgrund der Vermeidung der α -Fehlerkumulierung durchgeführt wurde, erklären. Bei einem α -Niveau von 0.05, also bei der üblichen Fehlerwahrscheinlichkeit von 5 %, würde auch bei der Feldgruppe ein statistisch signifikant niedrigerer subjektiver Druck bzw. subjektive Spannung nachgewiesen. Die Hypothese 1.2 (i) kann daher in Bezug auf den erlebten Druck bzw. Spannung lediglich eingeschränkt bestätigt werden. Das Erleben von weniger Druck bzw. Spannung der TeilnehmerInnen in der Entwicklungsstudie könnte durch fehlenden Noten- bzw. Bewertungsdruck während des Projekts zustande gekommen sein. Die Befunde zeigen, dass die SchülerInnen im Rahmen des Projekts zwar teilweise weniger Fremdbestimmung verspürten, jedoch nicht gänzlich autonom bzw. selbstbestimmt in ihren Handlungen waren. Die Gestaltung der Lernumgebung des Projekts gab den SchülerInnen im Sinne einer autonomieunterstützenden Lernumgebung von der Erarbeitung der mathematischen Themen über die Konzeption und die letztendliche Produktion des Erklärvideos innerhalb der jeweiligen Projektphasen zwar Handlungsspielräume und Wahlmöglichkeiten (vgl. Kapitel 5.3), schränkte die SchülerInnen aus organisatorischen Gründen jedoch auch ein (vgl. Kapitel 5.1). So wurden die Gruppen beispielsweise vor Projektbeginn von der jeweiligen Lehrkraft eingeteilt und Themen wurden zugewiesen. Die SchülerInnen konnten demnach nicht mitbestimmen mit wem sie arbeiten und welches Thema sie erarbeiten sollten. Darüber hinaus gab es zeitliche Vorgaben hinsichtlich der einzelnen Arbeitsphasen und das Produkt der Arbeit musste schließlich präsentiert werden. Die Einschränkungen könnten demnach auch eine Erklärung dafür sein, dass trotz intendierter Aktivitätsspielräume im Sinne einer autonomiebezogenen Lernumgebung keine eindeutigen Ergebnisse in Bezug auf den erlebten Druck bzw. die erlebte Spannung insbesondere in der Feldgruppe ermittelt werden konnten.

Hinsichtlich des subjektiven Werts bzw. der persönlichen Relevanz zeigt sich hingegen eine andere Datenlage. So wurde in der Entwicklungsstudie kein Unterschied zwischen regulärer Mathematikstunde und Projekt nachgewiesen, wohingegen die SchülerInnen der Feldstudie dem Projekt einen geringeren subjektiven Wert bzw. eine geringere persönliche Relevanz anrechneten. Es wurde dementsprechend auch ein Gruppenunterschied nachgewiesen, der allerdings als gering einzuschätzen ist. Bezüglich dieser Variable kann die Hypothese 1.2 (ii) nicht durch die Daten bestätigt werden. Subjektiver Wert kann, wie Frenzel & Stephens (2011) sowie Tulodziecki und Kollegen (2010) beschreiben, durch die Verknüpfung mathematischer Inhalte mit Themen, die eine persönliche Bedeutsamkeit für die SchülerInnen haben können, oder nach Asensio und Young (2002)

sowie Hakkarainen (2011) und Karppinen (2005) durch die Nutzung von digitalen Technologien und die Entwicklung von Medienprodukten im Rahmen der von Wolf und Kulgemeyer (2016) erläuterten Peer Tutoring Methode in den Unterricht induziert werden. Trotz der wertinduktiven Ausrichtung des Projekts in einem situierten Kontext (vgl. Kapitel 5.3.1) konnte das Projekt keine erhöhte subjektive Relevanz bei den ProbandInnen hervorrufen. Die indirekte Wertinduktion sollte eine Verbindung zur Alltagswelt der SchülerInnen herstellen und somit das Projekt als eine unterrichtliche Methode mit Themen und Tätigkeiten verknüpfen, welche die SchülerInnen interessieren und mit welchen sie sich gerne befassen bzw. welche sie gerne ausführen. Die Befunde hinsichtlich höherer Relevanz der Mathematikstunden legen nahe, dass die SchülerInnen, insbesondere der Feldstudie, dem regulären Mathematikunterricht im Sinne einer auf normative Bewertungen ausgerichteten Vorbereitung für spätere Berufe bzw. Studiengänge eine größere Bedeutung im schulischen Rahmen als dem durchgeführten Projekt anrechneten. Das Projekt könnte demnach als eine Methode angesehen werden, die unabhängig vom regulären Unterricht stattfindet, nur wenig Bezug zu diesem aufweist und dementsprechend weniger Relevanz bezüglich der mathematischen Kompetenzentwicklung als Grundlage für zukünftige berufliche Ausrichtungen aufweist. Deci und Ryan (1985) beschreiben in der *organismic integration theory* die verschiedenen Zwischenformen, welche sich in einem Kontinuum zwischen intrinsischer und extrinsischer Motivation einordnen lassen. Die Befunde lassen auf einen integrierten Regulationsstil (vgl. Kapitel 2.2.1) während des regulären Mathematikunterrichts schließen, bei dem das Verhalten auf ein von den Handlungen separiertes Ziel ausgerichtet ist, die selbstbestimmt ausgeführt werden, weil dem Ergebnis ein subjektiv hoher Wert zugesprochen wird. Diese mögliche extrinsische Prägung hinsichtlich der subjektiven Relevanz bestätigt, dass intrinsische und extrinsische Motivation in ihrer Reinform in der Realität und insbesondere in Unterrichtssituationen kaum vorkommen (vgl. Spinath, 2011). Diese Vermutung könnte demnach auch erklären, warum die intrinsische Motivation bezüglich des Projektes größer (vgl. Kapitel 6.6.1), die subjektive Relevanz des Projekts jedoch gleich in Bezug auf die Entwicklungsstudie und geringer hinsichtlich der Feldstudie ausgeprägt war (vgl. Kapitel 6.6.2). Auch die projektbezogenen Einschränkungen, welche der unterrichtlichen Organisation dienen, könnten insbesondere durch die thematischen Vorgaben negativen Einfluss auf die Wirkung der intendierten Wertinduktion (vgl. Kapitel 5.3) gehabt haben.

Auf Grundlage der Ergebnisse kann das Autonomieerleben, welches in dieser Studie über die Konstrukte Druck und Spannung sowie Wert und Nützlichkeit untersucht wurde, während des Projekts nicht als höher bewertet werden als in Bezug auf reguläre Mathematikstunden. Die Hypothese 1.2 kann demnach nicht

bestätigt werden. Selbstbestimmung in extrinsisch motivierten Handlungen zeigt sich nach Reeve (2012) insbesondere durch ein hohes Maß an persönlicher Relevanz. Eingeschränkt höherer Druck während des Mathematikunterrichts jedoch höhere subjektive Relevanz lassen die Vermutung zu, dass während der regulären Mathematikstunden eine Regulation durch Identifikation oder integrierte Regulation internaler Motivation vorlag.

F1.3 *Unterscheidet sich das Kompetenzerleben der Lernenden während des Projekts im Vergleich zu regulärem Mathematikunterricht? Gibt es in diesem Zusammenhang Unterschiede zwischen der Entwicklungs- und Feldgruppe?*

Eine mögliche Erklärung für den Anstieg der intrinsischen Motivation während des Projekts könnten die Befunde in Bezug auf das Kompetenzerleben liefern. Die SchülerInnen sowohl der Entwicklungs- als auch der Feldgruppe erlebten sich im Projekt demnach, bei einer großen bzw. mittleren Effektstärke, als kompetenter. Die Hypothese 1.3 kann demnach bestätigt werden. Grassinger und Kollegen (2019) empfehlen im Hinblick auf eine Förderung des Kompetenzerlebens die Gestaltung von Lernumgebungen bei denen vielfältige Kompetenzen von den Lernenden eingebracht werden können. Auch Deci und Ryan (1985) betonen zur Unterstützung der Erfüllung des psychologischen Grundbedürfnisses des Kompetenzerlebens, das Einbringen von individuellen Fähigkeiten, wie kreative Ideen zur Umsetzung, Kontextbildung oder technologische Kenntnisse. Im Projekt waren in den unterschiedlichen Phasen vielfältige Kompetenzen gefordert (vgl. Kapitel 5.1). Insbesondere durch den Einsatz digitaler Technologien hinsichtlich der Produktion des Erklärvideos konnten die SchülerInnen, deren Alltag laut dem Medienpädagogischen Forschungsverbund Südwest (2021) teilweise durch Nutzung und Produktion von Medien geprägt ist, ihre Kompetenzen einbringen. Das Erleben von Kompetenz kann zudem wie Schiefele (2004) betont durch eine klare Unterrichts- und Aufgabestruktur sowie angemessene Aufgabenanforderung begünstigt werden. Dementsprechend wurden diese Merkmale in der Gestaltung des Unterrichtsprojekts in Form von transparenter Darstellung der zeitlichen und aufgabenspezifischen Anforderungen (vgl. Kapitel 5.1) sowie einer intensiven Einführung in die technische Umsetzung (vgl. Kapitel 5.1.1) berücksichtigt. Auch bei möglichen Schwierigkeiten konnten die SchülerInnen die Projektmappe oder die inhaltlich-mathematischen Materialien (vgl. Kapitel 5.2) nutzen, um Probleme z. B. bei der Entwicklung der Konzepte oder Herstellung des Erklärvideos selbstreguliert und in Kooperation zu lösen. Es ist demnach anzunehmen, dass die Gestaltung der Lernumgebung anhand der beschriebenen Aspekte dazu geführt hat,

dass sich die SchülerInnen während des Projekts in einer Lernumgebung befunden haben, in welcher sie sich im Sinne von Skinner und Kollegen (2014) als effektiv in der Gestaltung ihre Handlungen erlebt haben.

Zusammenfassend deuten die dargestellten Befunde darauf hin, dass die höhere intrinsische Motivation insbesondere durch die Erfüllung des psychologischen Grundbedürfnisses des Kompetenzerlebens während der Projektdurchführung hervorgerufen wurde.

7.2 Zusammenfassende Diskussion – Ergebnisse zu F2

In diesem Unterkapitel werden die Ergebnisse hinsichtlich der zweiten Forschungsfrage (F2) und den entsprechenden Unterfragen zusammengefasst und bezüglich der aufgestellten Hypothesen (vgl. Kapitel 6.1.2) diskutiert. Die Fragen wurden mithilfe einer Auswahl der *Skalen für Mathematikemotionen* (vgl. Kapitel 6.2.2) beantwortet, die sich in Form unterschiedlicher Subskalen auf *Kontroll-* und *Wertkognitionen*, *Mathematikemotionen* sowie *Interesse* und *Motivation* bezogen. Mit dieser Forschungsfrage wurde der Einfluss des durchgeführten Unterrichtsprojekts auf diese übergeordneten affekt-motivationalen Parameter im Hinblick auf das Fach Mathematik sowie der Mathematik im Allgemeinen untersucht. Der Einfluss des Projekts auf langfristige affektive und motivationale Parameter muss dabei aufgrund der vergleichsweise kurzen Intervention von zwei Projekttagen behutsam interpretiert werden. Die Befunde werden im Folgenden in der chronologischen Abfolge der ausdifferenzierten Forschungsfragen (vgl. Kapitel 6.1.2) diskutiert:

F2.1 *Wird eine Veränderung der subjektiven Bewertungsprozesse, der sogenannten Appraisals, über die drei Messzeitpunkte vor, nach und drei Monate nach der Projektdurchführung bei den teilnehmenden SchülerInnen verzeichnet? Gibt es dahingehend Unterschiede zwischen der Entwicklungs- und Feld- und Kontrollgruppe?*

Zunächst werden die Kontrollkognitionen Selbstwirksamkeit, die Überzeugung eine Aufgabe zu meistern, und das akademische Selbstkonzept, die Einschätzung der eigenen Fähigkeiten und Leistung, betrachtet. In Bezug auf die Selbstwirksamkeit wurde ein Effekt mit mittlerer Effektstärke sowohl in der Entwicklungs- als auch in der Feldgruppe nachgewiesen. Die Selbstwirksamkeit steigerte sich demnach signifikant über den Messzeitraum. Die Hypothese 2.1 (i) kann demzufolge bestätigt werden. Die Ergebnisse werden zudem jeweils durch den Vergleich

zur Kontrollgruppe untermauert. Bei beiden Interventionsgruppen (EG; FG) steigerte sich die Selbstwirksamkeit auch im Vergleich zur Kontrollgruppe, wobei zwischen Entwicklungs- und Feldgruppe kein statistisch signifikanter Unterschied ermittelt wurde. Hinsichtlich des akademischen Selbstkonzepts wurden, bei mittlerer Effektstärke, ebenfalls signifikante Steigerungen in beiden Interventionsgruppen festgestellt. Auch diese Ergebnisse werden durch den Vergleich mit der Kontrollgruppe bekräftigt. Die SchülerInnen beider Interventionsgruppen wiesen am Ende des Messzeitraumes ein höhere Werte bezüglich des akademischen Selbstkonzepts, bei mittlerer Effektstärke, im Vergleich zu den SchülerInnen der Kontrollgruppe auf. Die Hypothese 2.1 (ii) kann demzufolge auch bestätigt werden. Hinsichtlich der wahrgenommenen Kontrolle, welche sich auf individuellen Bewertungsprozesse der SchülerInnen bezüglich der Aufgaben oder der allgemeinen unterrichtlichen Situation bezieht, zeigten die Interventionsgruppen statistisch signifikante Steigerungen. Dies zeigt zum einen, dass der Einfluss der anleitenden Lehrperson während des Projekts gering war. Demnach machte es keinen Unterschied hinsichtlich der Kontrollkognitionen, ob die reguläre Mathematiklehrkraft oder die wissenschaftliche Projektleitung das Projekt begleitete. Zum anderen lassen die Befunde darauf schließen, dass die SchülerInnen nach dem Projekt auch langfristig eine verbesserte situative Kontrollwahrnehmung bezüglich des Mathematikunterrichts aufwiesen. Die SchülerInnen könnten während des Projekts demnach Erfahrungen im Zusammenhang mit den mathematischen Inhalten gesammelt haben, welche sich positiv auf die Erwartungen von Erfolg oder Vermeidung von Misserfolg ausgewirkt haben. Diese Erfahrungen könnten, wie von Tsai und Kollegen (2008) beschrieben, durch die selbstregulierte Erarbeitung des mathematischen Themas als Grundlage für Erklärungen zu ihrem geometrischen Körper im Erklärvideo sowie im inhaltlichen Austausch mit den anderen Gruppenmitgliedern gemacht worden sein (vgl. Kapitel 5.3). Diese alternative Herangehensweise an die mathematischen Inhalte könnte dazu geführt haben, dass vorherige Wissenslücken geschlossen wurden und es durch die Erklärungen, wie von Findeisen und Kollegen (2019) oder Hoogerheide und Kollegen (2016) dargestellt, zu elaboriertem Lernen gekommen ist, was positiven Einfluss auf die Einschätzung der eigenen Fähigkeiten und die Überzeugung Aufgaben zu bewältigen gehabt haben könnte. Während des Projekts könnte demnach ein Grundstein für die positive Entwicklung der Selbstwirksamkeit sowie des akademischen Selbstkonzepts gelegt worden sein.

Die Befunde bezüglich des wahrgenommenen Werts, der subjektiven Bedeutsamkeit einer Lernaktivität oder eines Lern- und Leistungsergebnisses, zeigten eine weniger eindeutige Tendenz. Hinsichtlich der Wertkognition intrinsische Valenz, welche sich auf die subjektive Bedeutsamkeit der Tätigkeit oder des

Ergebnisses selbst bezieht, zeigte sich in der Entwicklungsgruppe eine signifikante Steigerung, bei mittlerer Effektstärke, wohingegen in der Feldgruppe keine Effekte nachgewiesen werden konnten. Im Vergleich zur Kontrollgruppe konnten jedoch signifikant höhere Werte bei den Interventionsgruppen am Ende des Messzeitraums festgestellt werden, wobei statistisch kein Unterschied zwischen Entwicklungs- und Feldgruppe bestand. Die Hypothese 2.1 (iii) kann somit nur eingeschränkt bestätigt werden. Während des Projekts wurden verschiedene Tätigkeiten von den SchülerInnen durchgeführt, welche sich in weiten Teilen von Handlungen des regulären Mathematikunterrichts unterscheiden. Somit könnte eine Erklärung für die lediglich eingeschränkte Steigerung der intrinsischen Valenz darin liegen, dass die SchülerInnen die Lernhandlungen und letztendlich das Ergebnis dieser Handlungen im Projekt nicht oder nur zum Teil mit dem Mathematikunterricht in Verbindung gebracht haben. Somit könnte kein oder nur eingeschränkter Einfluss auf die intrinsische Valenz von Lerntätigkeiten und Lernergebnissen hinsichtlich der Mathematik durch das Projekt genommen worden sein.

In Bezug auf die extrinsische Valenz, welche sich auf die Bedeutung einer Tätigkeit oder eines Ergebnisses im Hinblick auf ein externes Ziel bezieht, wurde kein signifikanter Effekt bei der Entwicklungsgruppe ermittelt und auch im langfristigen Vergleich mit der Kontrollgruppe zeigten sich keine Unterschiede. Bei der Feldgruppe wurde ein mittlerer Effekt nachgewiesen, wobei dieser auf eine Steigerung zum zweiten Messzeitpunkt und einen Abfall zum dritten Messzeitpunkt zurückzuführen ist. Über den Erhebungszeitraum bestand kein Unterschied bezüglich extrinsischer Valenz der Feldgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe. Die Hypothese 2.1 (iv), das Projekt wirkt sich positiv auf die extrinsische Valenz bezüglich des Mathematikunterrichts aus, kann daher langfristig nicht und kurzfristig nur eingeschränkt bestätigt werden. Ähnlich wie bei der intrinsischen Valenz deuten auch die Befunde der extrinsischen Valenz auf eine fehlende Übertragbarkeit der Tätigkeiten und Ergebnisse innerhalb des Projekts auf den Mathematikunterricht und die damit verbundenen Ziele hin. Im Vergleich zum Mathematikunterricht, welcher auf Grundlage von Noten eine Qualifikationsfunktion für ein Studium oder die spätere Berufswahl besitzt, könnte das Projekt als weniger relevant bezüglich dieser Ausrichtung angesehen worden sein. Ein weiterer Grund für das Ausbleiben einer langfristigen Steigerung der extrinsischen Valenz könnte die Dauer der Intervention sein. So konnten innerhalb von zwei Projekttagen zwar kurzfristig Steigerungen in der Feldgruppe festgestellt werden, welche sich allerdings langfristig nicht auf diesem Niveau halten konnte. Möglicherweise könnte eine Wiederholung oder regelmäßige Durchführung dieses oder ähnlicher Unterrichtsformate eine nachhaltigere Steigerung hervorrufen.

Die Wertkognition ganzheitliche Valenz, welche sich auf die Wahrnehmung einer Lernaktivität bzw. eines Lernergebnisses als grundsätzlich positiv oder negativ bezieht, steigerte sich zwischen dem ersten und zweiten Messzeitpunkt bei der Entwicklungsgruppe, zeigte jedoch über den gesamten Messzeitraum keine Änderungen. In der Feldgruppe steigerte sich die ganzheitliche Valenz hingegen über den Messzeitraum, wobei die Effektstärke als klein zu bewerten ist. Zwischen den beiden Interventionsgruppen wurde kein Unterschied festgestellt und auch im Vergleich zu der Kontrollgruppe wurde langfristig kein Unterschied ermittelt. Die Hypothese 2.1 (v) kann daher langfristig nicht und kurzfristig nur in Bezug auf die Feldgruppe bestätigt werden. Somit hatte das Projekt keinen bzw. kaum Einfluss auf die Wahrnehmung bzw. Beurteilung der Lernaktivitäten und Ergebnisse des Mathematikunterrichts als etwas Positives oder Negatives. Auch hier liegt die Vermutung nah, dass die Unterschiede in der Lernumgebung dazu geführt haben, dass das Projekt als unabhängig vom Mathematikunterricht angesehen wurde. Dies zeigt sich insbesondere in der Entwicklungsstudie. Da die Projekte nicht von der Mathematiklehrkraft angeleitet wurden, war der Unterschied zur Lernumgebung des regulären Mathematikunterrichts noch deutlicher. Auch der Vergleich zur Kontrollgruppe, bei welchem keine Unterschiede zu beiden Interventionsgruppen nachgewiesen werden konnte, untermauert dieser Erklärung.

Zusammenfassend lässt sich kein oder nur ein sehr geringer Einfluss des Projekts auf die Entwicklung des wahrgenommenen Werts hinsichtlich des Mathematikunterrichts feststellen. Dieser Befund deckt sich mit den Ergebnissen zum subjektiven Wert bzw. der Relevanz (vgl. Kapitel 6.6.2). Die SchülerInnen sehen keine größere und hinsichtlich der Feldgruppe sogar eine geringere Relevanz in den Tätigkeiten und Ergebnissen des Projekt als im Mathematikunterricht. Auf Grundlage dieses Ergebnisses ist nicht davon auszugehen, dass das Projekt, welches einmalig an zwei Projekttagen stattgefunden hat, langfristig positive Veränderungen bezüglich des wahrgenommenen Werts herbeiführen kann.

F2.2 Inwieweit werden lernförderliche Lern- und Leistungsemotionen bezüglich des Fachs Mathematik durch die Teilnahme am Projekt gefördert? Gibt es in diesem Zusammenhang Unterschiede zwischen der Entwicklungs- und Feld- und Kontrollgruppe?

Lern- und Leistungsemotionen waren weitere Konstrukte, die im Hinblick auf den Einfluss des durchgeführten Projekts untersucht wurden. Zunächst werden

die Ergebnisse hinsichtlich der lern- und leistungsförderlichen Emotionen Freude und Stolz diskutiert.

Freude steigerte sich in der Entwicklungsgruppe zwischen dem ersten und zweiten Messzeitpunkt. Bei der Betrachtung des gesamten Messzeitraums wurde allerdings kein Effekt festgestellt. In der Feldgruppe wurde hingegen über den Erhebungszeitraum eine signifikante Steigerung, bei kleiner Effektstärke, nachgewiesen, wobei die größte Änderung auch zwischen den ersten beiden Messzeitpunkten ermittelt wurde. Im Vergleich zur Kontrollgruppe wurden signifikant höhere Werte bei den Interventionsgruppen nachgewiesen, wobei sich der Haupteffekt bei der Entwicklungsgruppe auf den ersten und bei der Feldgruppe auf den dritten Messzeitpunkt bezog. Zwischen den Interventionsgruppen wurde kein Unterschied festgestellt. Hinsichtlich des Konstrukts Stolz zeigten sich ähnlich Effekte. So steigerte sich dieser auch in der Entwicklungs- und Feldgruppe bei mittlerer Effektstärke. Bei beiden Gruppen wurde dabei insbesondere zwischen den ersten beiden Messzeitpunkten, bei der Feldgruppe noch zusätzlich zwischen dem ersten und dritten Messzeitpunkt, eine Steigerung ermittelt. Diese Befunde bestärkend wurde zudem eine Steigerung von Stolz bei der Feldgruppen im Vergleich zur Kontrollgruppe über den gesamten Messzeitraum festgestellt. Bei der Entwicklungsgruppe wurde kein statistisch signifikanter Unterschied zur Entwicklung der Kontrollgruppe ermittelt, wobei beim ersten Messzeitpunkt der Wert der Entwicklungsgruppe unter dem der Kontrollgruppe lag, sich über den Messzeitraum dann aber angeglichen hat. Wie bei der Variable Freude, wurde auch bezüglich des Konstrukts Stolz kein Unterschied zwischen Entwicklungs- und Feldgruppe nachgewiesen. Die Hypothese 2.2 kann auf Grundlage dieser Ergebnisse für die Entwicklungsgruppe mit Einschränkungen und für die Feldgruppe uneingeschränkt bestätigt werden. In der Kontroll-Wert-Theorie beschreibt Pekrun (2006) den Zusammenhang der Appraisals, also der Kontroll- und Wertkognitionen, mit Lern- und Leistungseemotionen. Demnach bestimmt die Kombination aus diesen kognitiven Bewertungsprozessen zu einem hohen Maß, welche Emotionen in Lern- und Leistungskontexten hervorgerufen werden. Eine positive Kontrollwahrnehmung, welche auf einer hohen Selbstwirksamkeitserwartung sowie einem positiven akademischen Selbstkonzept basiert, und hohe intrinsische Bedeutsamkeit korrelieren positiv mit lern- und leistungsförderlichen Emotionen (vgl. Goetz, Frenzel, Hall & Pekrun, 2008; Pekrun, Goetz, Frenzel, Barchfeld, & Perry, 2011; Zeidner, 1998). Insbesondere die Steigerung der wahrgenommenen Kontrolle über den Messzeitraum (vgl. Kapitel 6.7.1) könnte demzufolge einen positiven Einfluss auf die lern- und leistungsfördernden Emotionen Freude und Stolz sowohl in der Entwicklungs- als auch Feldgruppe gehabt haben. Vergleicht man die Entwicklung der Kontrollkognitionen und der lern-

und leistungsförderlichen Emotionen in den Interventionsgruppen mit der Kontrollgruppe (vgl. Kapitel 6.7.1 & 6.7.2), so zeigte sich jeweils eine signifikante Steigerung in den Interventionsgruppen über den Messzeitraum, was ein weiterer Hinweis für den engen Zusammenhang dieser Konstrukte und eine mögliche Erklärung für die Befunde zu den Variablen Freude und Stolz sein könnte.

F2.3 Inwieweit werden lernmindernde Lern- und Leistungsemotionen bezüglich des Fachs Mathematik durch die Teilnahme am Projekt reduziert? Gibt es diesbezüglich Unterschiede zwischen der Entwicklungs- und Feld- und Kontrollgruppe?

Der Frage nach dem Einfluss des Projekts auf lern- und leistungsmindernde Emotionen nachgehend werden im Folgenden die Befunde hinsichtlich der Variablen Langeweile, Ärger, Angst und Scham diskutiert. Langeweile sank sowohl in der Entwicklungs- als auch in der Feldgruppe über den Messzeitraum bei einer mittleren Effektstärke. Diese Tendenz wurde auch jeweils durch den Vergleich mit der Kontrollgruppe bestätigt. Im Vergleich der beiden Interventionsgruppen wurde zudem kein statistischer Unterschied in Bezug auf die Entwicklung von Langeweile festgestellt. Die Hypothese 2.3 (i) kann daher bestätigt werden. Neben der Korrelation zu lern- und leistungsfördernden Emotionen beschreibt Pekrun (2006) in seiner Kontroll-Wert-Theorie auch einen Zusammenhang zwischen den lern- und leistungsmindernden Emotionen und den Kontroll- und Wertkognitionen. So besteht insbesondere zwischen den Appraisals und der negativ-deaktivierenden Emotion Langeweile eine negative Korrelation, wie unter anderem Goetz und Kollegen (2008) nachgewiesen haben. Aus dieser Sicht könnte der Anstieg der wahrgenommenen Kontrolle (vgl. Kapitel 6.7.1) über den Messzeitraum eine Erklärung für das Sinken der Langeweile bezüglich des Mathematikunterrichts sein.

Eine weniger eindeutige Datenlage zeigte sich bezüglich der negativ-aktivierenden Emotionen Ärger und Angst. Im Hinblick auf das Konstrukt Ärger wurde in der Entwicklungsgruppe über den Erhebungszeitraum ein signifikanter Abfall, bei mittlerer Effektstärke, ermittelt, während in der Feldgruppe insgesamt kein Effekt verzeichnet wurde. Die Entwicklung des Konstrukts Ärger zeigte allerdings in beiden Gruppen zwischen den ersten beiden Messzeitpunkten eine fallende Tendenz, wobei in der Feldgruppe die Werte hinsichtlich dieser Variable zum dritte Messzeitpunkt wieder stiegen. In beiden Interventionsgruppen wurden dennoch statistisch niedrigere Werte für Ärger im Vergleich zur Kontrollgruppe am letzten Messzeitpunkt nachgewiesen. In der langfristigen Entwicklung wiesen beide Interventionsgruppen statistisch keinen Unterschied auf. Die Hypothese 2.3

(ii) kann aufgrund der Befunde hinsichtlich des Haupteffekts der Zeit in der Entwicklungsgruppe vollständig und in der Feldgruppe lediglich eingeschränkt auf den Vergleich mit der Kontrollgruppe bestätigt werden. Es fällt auf, dass in beiden Interventionsgruppen die Werte für Ärger zwischen t_1 und t_2 zunächst fielen, in der Feldgruppe dann allerdings wieder stiegen. Hinsichtlich des Konstrukts Angst wurden in beiden Interventionsgruppen Effekte im mittleren Effektstärkenbereich nachgewiesen. Insgesamt lagen die Werte bezüglich der Lern- und Leistungsemotion Angst auf einem niedrigen Niveau. Die Werte entwickelten sich in den beiden Gruppen jedoch unterschiedlich. Während die Werte für Angst in der Entwicklungsgruppe am ersten Messzeitpunkt signifikant über den Werten der Feldgruppe lagen, sank der Wert in der Entwicklungsgruppe zum zweiten und dritten Messzeitpunkt signifikant. In der Feldgruppe stieg dieser Wert zwischen zweitem und dritten Messzeitpunkt. Diese unterschiedliche Entwicklung lässt sich auch in den Befunden hinsichtlich des Vergleichs zur Kontrollgruppe ablesen. Während sich Entwicklungsgruppe, mit einer abfallenden Tendenz, und Kontrollgruppe, mit einer steigenden Tendenz, in der Entwicklung über den Messzeitraum statistisch unterschieden, wurden bezüglich der Feldgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe keine Unterschiede nachgewiesen. Dementsprechend unterschieden sich die beiden Interventionsgruppen. Die Hypothese 2.3 (iii) kann entsprechend lediglich bezüglich der Entwicklungsgruppe bestätigt werden. Ähnlich wie die Entwicklung des Konstrukts Ärger entwickelte sich die Variable Angst in beiden Interventionsgruppen insbesondere nach dem zweiten Messzeitpunkt unterschiedlich. Eine ähnliche Entwicklung, wurde bezüglich der intrinsischen Valenz ermittelt (vgl. Kapitel 6.7.1), wengleich die Befunde diesbezüglich nicht signifikant waren, sondern eher eine Tendenz aufzeigten. Die Werte zur intrinsischen Valenz stiegen in der Feldgruppe zwischen dem zweiten und dritten Messzeitpunkt weniger stark als in der Entwicklungsgruppe. Die langfristige Steigerung der intrinsischen Valenz in der Entwicklungsgruppe und dem damit verbundenen positiven Einfluss auf den wahrgenommenen Wert könnte, u.a. nach Pekrun und Perry (2014), verbunden mit der positiven Entwicklung der wahrgenommenen Kontrolle (vgl. Kapitel 6.7.1) Auswirkungen auf den langfristigen Abfall der Lern- und Leistungsemotion Ärger und Angst im Vergleich zur Feldgruppe gehabt haben.

Im Hinblick auf die Lern- und Leistungsemotion Scham konnten sowohl in der Entwicklungs- als auch in der Feldgruppe keine Effekte ermittelt werden. In der Entwicklungsgruppe wurden am ersten Messzeitpunkt ein höherer Wert im Vergleich zur Feld- und Kontrollgruppe erfasst. Dieser sanken allerdings zum zweiten Messzeitpunkt. Zwischen Feld- und Kontrollgruppe wurde kein statistischer Unterschied festgestellt. Die Hypothese 2.3.1 (iv) wird durch die Befunde

hinsichtlich der Variable Scham verworfen. Obwohl zwischen den Interventionsgruppen lediglich am ersten Messzeitpunkt ein statistischer Unterschied bestand, war wie bei den anderen negativ-aktivierenden Emotionen Ärger und Angst eine unterschiedliche Entwicklung des Konstruktes Scham nach dem zweiten Messzeitpunkt zu beobachten. Wie auch hinsichtlich Ärger und Angst wurde eine ansteigende Tendenz in der Feldgruppe festgestellt, während der Wert in der Entwicklungsgruppe konstant blieb. Auch in dem Fall könnte diese Tendenz im Zusammenhang mit der Entwicklung der intrinsischen Valenz in der Feldgruppe stehen.

F2.4 *Wird das Interesse bezüglich der Mathematik bzw. des Mathematikunterrichts durch die Teilnahme am Projekt gesteigert? Gibt es bezüglich des Interesses Unterschiede zwischen der Entwicklungs- und Feld- und Kontrollgruppe?*

Der Einfluss des Projekts auf die Entwicklung des Interesses der SchülerInnen an der Mathematik im Allgemeinen sowie am Fach Mathematik wurden mithilfe der Konstrukte Sach- und Fachinteresse untersucht. Das Sachinteresse, welches sich auf das Interesse an der Mathematik im Allgemeinen bezieht, stieg bei der Entwicklungsgruppe über den Messzeitraum bei mittlerer Effektstärke. Auch bezüglich der Kontrollgruppe zeigte sich der Anstieg in der Entwicklungsgruppe. In der Feldgruppe wurde hingegen kein Effekt hinsichtlich des Sachinteresses festgestellt, welches durch den Befund im Vergleich zur Kontrollgruppe bestätigt wird. Allerdings wurde bezüglich dieser Entwicklung kein statistischer Unterschied zwischen Entwicklungs- und Feldgruppe ermittelt. Die Hypothese 2.4 (i) kann jedoch auf Grundlage des Haupteffekts des Innersubjektfaktors Zeit für die Entwicklungsgruppe bestätigt werden und wird für die Feldgruppe verworfen. Im Hinblick auf das Fachinteresse, welches sich auf das Interesse am Fach Mathematik bezieht, zeigte sich eine gegenteilige Entwicklung. Während das Fachinteresse in der Feldgruppe über den Erhebungszeitraum stieg, wurden diesbezüglich keine Effekte bei der Entwicklungsgruppe nachgewiesen. Das Fachinteresse sank in der Entwicklungsgruppe nach dem zweiten Messzeitpunkt, nachdem es anfänglich stieg, wobei diese Änderung nicht signifikant war. So wies die Entwicklungsgruppe langfristig auch keinen Unterschied zur Kontrollgruppe auf. Die Feldgruppe unterschied sich bezüglich des Anstiegs des Fachinteresses hingegen signifikant von der Kontrollgruppe. Auch im Vergleich zur Entwicklungsgruppe wurde ein statistischer Unterschied insbesondere am dritten Messzeitpunkt ermittelt. Die Werte für Fachinteresse lagen zu diesem Messzeitpunkt in der Feldgruppe signifikant über denen der Entwicklungsgruppe.

Die Hypothese 2.4 (ii) kann daher kurzfristig für beide Interventionsgruppen, langfristig allerdings nur für die Feldgruppe bestätigt werden. Die Befunde zur langfristigen Entwicklung des Interesses lassen sich demnach folgendermaßen zusammenfassen: Das Sachinteresse stieg langfristig in der Entwicklungsgruppe, wohingegen das Fachinteresse langfristig in der Feldgruppe stieg. Eine Erklärung für diese Entwicklung könnte darin liegen, dass in der Feldgruppe die eigentliche Mathematiklehrkraft das Projekt ge- sowie begleitet hat und in der Entwicklungsgruppe eine wissenschaftliche Fachkraft. Die SchülerInnen der Feldstudie könnten demnach das Interesse, welches sich durch das Projekt entwickelt hat, mit der Lehrkraft bzw. dem Fach Mathematik assoziieren und somit ihr Interesse auf das Fach und den Unterricht ausgerichtet haben. In diesem Fall läge der von Krapp (2002) beschriebenen motivationalen Tendenz der Gegenstandsbezug Mathematikunterricht zugrunde. In der Entwicklungsgruppe läge der motivationalen Tendenz der Gegenstandsbezug Mathematik im Allgemeinen zugrunde, da die SchülerInnen der Entwicklungsgruppe das Interesse nicht auf das Schulfach, sondern aufgrund der fehlenden Assoziation durch die Lehrperson, auf die Mathematik im Allgemeinen richteten.

F2.5 Inwieweit wird die Motivation bezüglich der Mathematik bzw. des Mathematikunterrichts durch das Mitarbeiten im Projekt gesteigert? Gibt es dahingehend Unterschiede zwischen der Entwicklungs- und Feldgruppe?

Die Auswirkungen des Projekts auf motivationale Parameter bezüglich der Mathematik wurden anhand der Variablen intrinsische Motivation und Kompetenzmotivation untersucht. In der Entwicklungsgruppe und Feldgruppe wurden bezüglich des langfristigen Einflusses auf die intrinsische Motivation keine Effekte über den Erhebungszeitraum ermittelt. Im Vergleich zur Kontrollgruppe konnten jedoch statistische Unterschiede festgestellt werden. So zeigte die intrinsische Motivation in der Entwicklungs- und Feldgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe eine ansteigende Tendenz, wobei die Effektstärke im mittleren bzw. kleinen Bereich einzuordnen ist. Zwischen den beiden Interventionsgruppen wurde kein statistischer Unterschied festgestellt. Die Hypothese 2.5 (i) kann aufgrund der Befunde lediglich im Hinblick auf den Vergleich mit der Kontrollgruppe bestätigt werden. In der Betrachtung der Interventionsgruppen zeigte sich demnach keine langfristige Steigerung der intrinsischen Motivation bezüglich der Mathematik. Die Befunde zur intrinsischen Motivation während des Projekts (vgl. Kapitel 6.6.1) konnten daher nicht langfristig auf den Mathematikunterricht übertragen werden. Eine mögliche Erklärung liegt in der Gestaltung der Lernumgebung. Die Lernumgebung des Projekts war an emotions- und

motivationsfördernden Merkmalen (vgl. Kapitel 5.3) ausgerichtet, was sich in den Ergebnissen zur intrinsischen Motivation während des Projekts (vgl. Kapitel 6.6.1) niederschlug. Die Befunde zur Entwicklung der intrinsischen Motivation hinsichtlich des Mathematikunterrichts lassen darauf schließen, dass die Lernumgebung des regulären Mathematikunterrichts über den Erhebungszeitraum weniger an affekt- und motivationsspezifischen Parametern ausgerichtet war und sich somit lediglich durch die zwei Projektstage keine langfristig positive Entwicklung der intrinsischen Motivation bei den SchülerInnen einstellen konnte.

Hinsichtlich der Kompetenzmotivation, die sich auf die Motivation bezüglich der mathematischen Kompetenzentwicklung bezieht, konnte weder in der Entwicklungs- noch in der Feldgruppe ein Effekt nachgewiesen werden. Auch im Vergleich zur Kontrollgruppe sowie der Interventionsgruppen untereinander konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Entwicklung der Kompetenzmotivation festgestellt werden. Die Hypothese 2.5 (ii) wird auf Grundlage dieser Ergebnisse verworfen. Ähnlich wie die Befunde (vgl. Kapitel 6.7.1) zur langfristigen Entwicklung der intrinsischen („*Egal, welche Noten ich bekomme, Mathe ist mir sehr wichtig.*“) sowie extrinsischen Valenz („*Ich meine, dass ich den Stoff in Mathe auch für später gut gebrauchen kann.*“), welche sich auch auf die Bedeutsamkeit von Mathematik beziehen, hatte das Projekt auch keinen Einfluss auf die Kompetenzmotivation hinsichtlich der Mathematik bei den SchülerInnen. Auch hier könnte eine fehlende Übertragbarkeit der Handlungen während des Projekts (vgl. Kapitel 5.3.2) auf die Tätigkeiten, welchen die SchülerInnen im regulären Unterricht durchführen und welche sie demnach mit mathematischen Kompetenzen assoziieren, eine Erklärung dafür sein, dass das Projekt selbst kurzfristig keinen Einfluss auf die Kompetenzmotivation der SchülerInnen hatte. Es fällt allerdings auf, dass sowohl in beiden Interventionsgruppen als auch in der Kontrollgruppe, die Werte bezüglich der Kompetenzmotivation überdurchschnittlich hoch waren.

7.3 Zusammenfassende Diskussion – Ergebnisse zu F3

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse hinsichtlich der dritten Forschungsfrage (F3) zusammengefasst und in Bezug auf die aufgestellten Hypothesen (vgl. Kapitel 6.1.3) diskutiert. Zur Überprüfung der Forschungsfrage wurden kognitive Tests im mathematischen Inhaltsbereich der räumlichen Geometrie (vgl. Kapitel 6.2.3) durchgeführt.

F3 *Wird durch die Teilnahme am Projekt eine Steigerung der Leistung hinsichtlich der Kompetenzen im Inhaltsbereich Raumgeometrie verzeichnet?*

In der Entwicklungsgruppe konnte ein signifikanter Effekt über den Erhebungszeitraum mit einer großen Effektstärke ermittelt werden. Demnach stieg die Testleistung zwischen dem ersten und zweiten Messzeitpunkt signifikant an, fiel allerdings zwischen dem zweiten und dritten Messzeitpunkt. Die Testleistung am dritten Messzeitpunkt war dennoch signifikant besser als am ersten Messzeitpunkt. Auch im Vergleich mit der Kontrollgruppe zeigte sich diese Tendenz. Während am ersten Messzeitpunkt kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen bestand konnte am dritten Messzeitpunkt eine signifikant bessere Testleistung in der Entwicklungsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe festgestellt werden.

Eine ähnliche Leistungsentwicklung konnte auch in der Feldgruppe beobachtet werden. Nach einem Anstieg der Testleistung zwischen den ersten beiden Messzeitpunkten wurde ein Abfall der Testleistung zum dritten Messzeitpunkt nachgewiesen. Im Gegensatz zur Entwicklungsgruppe konnte in der Feldgruppe allerdings kein statistischer Unterschied zwischen dem ersten und dritten Messzeitpunkt ermittelt werden. Im Vergleich zur Kontrollgruppe zeigten sich dennoch signifikant bessere Testwerte sowohl am ersten als auch am dritten Messzeitpunkt.

Die höhere Testleistung der Feldgruppe am ersten Messzeitpunkt zeigte sich auch im Vergleich zur Entwicklungsgruppe. Zum ersten Messzeitpunkt lagen die Testwerte der Feldgruppe signifikant über denen der Entwicklungsgruppe. Zum zweiten Messzeitpunkt verbesserten sich beide Interventionsgruppen, sodass kein statistischer Unterschied bestand. In der Entwicklungsgruppe nahm die Testleistung allerdings wieder stärker ab, sodass ein kleiner statistischer Unterschied am dritten Messzeitpunkt ermittelt wurde.

Hypothese 3 kann demnach kurzfristig für beide Interventionsgruppen bestätigt werden. Die kurzfristige Verbesserung der beiden Interventionsgruppen ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass die Gruppen sich über zwei Tage intensiv mit den geometrischen Körpern auseinandergesetzt haben und die Inhalte

demnach am zweiten Messzeitpunkt noch präsent waren. Über den kompletten Erhebungszeitraum trifft dieses allerdings uneingeschränkt nur auf die Entwicklungsgruppe zu, da die SchülerInnen im dritten Test noch eine höhere Testleistung im Vergleich zum ersten Test aufwiesen.

Im Vergleich zur Entwicklung der Testleistung der SchülerInnen der Kontrollgruppe zeigten jedoch beide Interventionsgruppen signifikant bessere Testleistungen am dritten Messzeitpunkt. Die Kontrollgruppe, die nach Abschluss der regulären Unterrichtsreihe in diesem Themengebiet keine weitere Intervention erhalten hat, wies am Ende des Erhebungszeitraums eine geringere Testleistung auf. Es ist anzunehmen, dass die mathematischen Inhalte zum Thema geometrische Körper nach drei Monaten im geringeren Maß von den SchülerInnen der Kontrollgruppe abgerufen werden konnten. Die signifikant bessere Testleistung der Interventionsgruppen könnte darauf zurückzuführen sein, dass sich die SchülerInnen mit der Durchführung des Projekts über einen längeren Zeitraum mit den mathematischen Inhalten auseinandergesetzt haben und es durch die Konzeption des Projekts zu einem vertieften Verständnis gekommen ist, sodass diesbezüglich von einem langfristigen Effekt ausgegangen werden kann. Die kompetenzorientierte Ausrichtung der intendierten Lernhandlungen (vgl. Kapitel 5.3.1) sollte die SchülerInnen durch das selbstregulierte und kooperative Lernsetting dazu befähigen erlernte Kenntnisse und Fertigkeiten flexibel und kreativ in verschiedenen Kontexten und Situationen sinnvoll anwenden zu können und die Vernetzung von Wissen sowie den Erwerb von Transferfähigkeiten ermöglichen. Insbesondere die in den Erklärvideos enthaltenen Erklärungen sollten dazu führen, dass die SchülerInnen ein elaboriertes Verständnis erlangen, welches auch langfristig abrufbar ist.

Die Befunde der vorliegenden Studie bestätigen somit die Ergebnisse der Untersuchungen bezüglich der Lernwirksamkeit von selbstreguliertem Lernen von De Corte und Kollegen (2011) und kooperativem Lernen von Berger und Walpuski (2018) sowie der Förderung elaborierten Lernens durch Erklärungen von Fiorella und Mayer (2013) sowie Hoogerheide und Kollegen (2016).

7.4 Zusammenfassung der Ergebnisse/Fazit

In diesem Abschnitt werden die Hauptkenntnisse aus dieser Studie zusammengefasst. Zunächst ist festzustellen, dass das Projekt eine starke Wirksamkeit bezüglich der intrinsischen Motivation im Vergleich zum regulären Mathematikunterricht besitzt. Dieses zeigte sich in beiden Interventionsgruppen. Die Ursachen für die Entstehung intrinsischer Motivation liegen nach Deci und Ryan

(1985) in der Erfüllung psychologischer Grundbedürfnisse. Die Befunde zur Wirkung des Projekts auf die insbesondere im schulischen Kontext relevanten Bedürfnisse nach Autonomie sowie Kompetenzerleben lassen darauf schließen, dass vor allem das Bedürfnis nach Kompetenzerleben während des Projekts im Vergleich zum regulären Unterricht im besonderen Maße erfüllt wurde und dadurch eine höhere intrinsische Motivation bei den SchülerInnen vorlag.

Neben den direkten Effekten auf motivationale Faktoren wurde die Wirkung des Projekts auf affektiv-motivationale Merkmale hinsichtlich der Mathematik bzw. des Schulfachs Mathematik der teilnehmenden SchülerInnen untersucht. Die diskreten Emotionen, deren Entwicklung in dieser Studie betrachtet wurde, lassen sich je nach Valenz und Aktivierungspotential (vgl. u.a. Pekrun & Jerusalem, 1996; Pekrun & Linnenbrink-Garcia, 2014) in vier Kategorien einteilen. Dabei bilden die Emotionen Freude und Stolz als positiv-aktivierende Emotionen die Gruppe der lern- und leistungsförderlichen Emotionen. Auf der anderen Seite des lern- und leistungsförderlichen Emotionsspektrums befindet sich Langeweile als negativ-deaktivierende Emotion. Bezüglich dieser Gruppen ließen sich signifikante Änderungen über den Erhebungszeitraum feststellen. Die positiv-aktivierenden Emotionen nahmen insgesamt zu, während die negativ-deaktivierende Emotion Langeweile bezüglich des Mathematikunterrichts abnahm. Nach der Kontroll-Wert-Theorie (Pekrun, 2006) bestimmen Kontroll- und Wertkognitionen zum großen Teil darüber, welche Emotion in welcher Intensität erlebt wird. Die Untersuchung dieser sogenannten Appraisals zeigte, dass sich über den Erhebungszeitraum insbesondere die wahrgenommene Kontrolle über Situationen oder Aufgaben im Mathematikunterricht verbessert hat. Die in vielen Studien bestätigte positive Korrelation mit den positiv-aktivierenden sowie der negative Zusammenhang zu Langeweile kann demnach auch in dieser Untersuchung bestätigt werden und könnte als Erklärung für die Entwicklung der genannten Emotionsgruppen dienen. Die reziproken Wirkungsmechanismen zwischen Appraisals und Emotionen (vgl. Pekrun, 2018b) könnten zudem die beschriebenen langfristigen Entwicklungen zusätzlich unterstützt und zu einer Habitualisierung beigetragen haben, sodass sich aus situationsbezogenen State-Emotionen langfristige affektive Tendenzen entwickelt haben könnten (Hascher & Brandenberger, 2018). Trotz dieser eindeutigen Befunde ist die Entwicklung der beschriebenen Konstrukte nicht ausschließlich auf die Teilnahme am Projekt zurückzuführen. Insbesondere die langfristigen Auswirkungen auf diese Konstrukte sind hinsichtlich eines Erhebungszeitraums von drei Monaten vorsichtig zu interpretieren. So könnte einer Vielzahl von möglichen Einflussfaktoren, wie methodische und thematische Variationen oder unterschiedliche fachspezifische

Tätigkeiten (vgl. Schukajlow, 2015) in dieser Zeit, Einfluss auf das emotionale Erleben im regulären Unterricht der SchülerInnen gehabt haben. Diese Parameter sind aufgrund ihrer komplexen Wirkmechanismen nicht über den kompletten Erhebungszeitraum zu erfassen, wodurch die gezeigten Zusammenhänge zwar begründete Vermutungen, jedoch keine kausalen Aussagen zulassen. Dieses gilt insbesondere für nicht eindeutige Ergebnisse, wie hinsichtlich der negativ-aktivierenden Emotionen Ärger, Angst und Scham oder der Entwicklung des Sach- bzw. Fachinteresses. Diese Befunde lassen diesbezüglich lediglich vage Erklärungsversuch zu.

Eine langfristige positive Entwicklung der intrinsischen Motivation bezüglich des Fachs Mathematik konnte bei den ProjektteilnehmerInnen nicht nachgewiesen werden, obwohl während des Projekts ein hohes Maß an intrinsischer Motivation festgestellt wurde. Der Befund lässt darauf schließen, dass die Lernumgebung einen starken allerdings lediglich auf die situativen Lernhandlungen beschränkten Einfluss auf die intrinsische Motivation hatte und unterstreicht somit die Auswirkung der emotions- und motivationsförderlichen Gestaltung der Lernumgebung des Projekts (vgl. Kapitel 5.3) im Vergleich zum regulären Mathematikunterricht.

Die Verbesserung in den Testleistungen der Interventionsgruppen zeigt, dass das Projekt insbesondere kurzfristig einen Lerneffekt im Inhaltsbereich Raumgeometrie bzw. der geometrischen Körper hat. Langfristige Effekte können aufgrund der nicht eindeutigen Ergebnisse der beiden Interventionsgruppen nur eingeschränkt bestätigt werden.

In Anbetracht der Eindrücke während der Projektdurchführung (vgl. Kapitel 7) und der dargestellten Ergebnisse, lässt sich ein positives Gesamtfazit aus der Studie ziehen. Die konzentrierte Arbeitsatmosphäre, welche durch Spaß und kreative Ideen begleitet wurde, zeigte sich auch in den Befunden zur intrinsischen Motivation sowie zum Kompetenzerleben während des Projekts. Hinsichtlich der langfristigen Auswirkungen fällt besonders der Anstieg der positiv-aktivierenden Emotionen und das Sinken der negativ-deaktivierenden Emotion Langeweile auf. Aber auch Konstrukte, die sich über den Erhebungszeitraum zum Teil nicht signifikant verändert haben, wie die negativ-deaktivierende Emotion Ärger und intrinsische Motivation bezüglich Mathematik, zeigten im Vergleich zur Kontrollgruppe verbesserte Werte. In der Betrachtung der langfristigen Entwicklung aller untersuchten Variablen fällt zudem auf, dass kein Konstrukt, mit Ausnahme der negativen Emotionen deren Werte erwartungsgemäß teilweise gesunken sind, über den Erhebungszeitraum signifikant unterhalb des Ausgangswerts am ersten Messzeitpunkt lag.

7.5 Reflexion und offene Fragen

In diesem Abschnitt wird die Studie kritisch reflektiert und es werden daraus resultierende Fragen formuliert. Die Ausführungen beziehen sich dabei auf Einschränkungen bezüglich der allgemeinen Aussagekraft der Ergebnisse sowie der Interpretation langfristiger Effekte. Zudem werden das Forschungsdesign und die genutzten Erhebungsinstrumente betrachtet.

Mit der Untersuchung eines konkreten Unterrichtsvorhabens mussten Einschränkungen hinsichtlich der Verallgemeinerung der Schlussfolgerungen in Kauf genommen werden. Die Lernwirksamkeit des Projekts, dessen inhaltlicher Schwerpunkt auf den Inhaltsbereich der Raumgeometrie bzw. der geometrischen Körper lag, lässt entsprechend lediglich Rückschlüsse auf diesen Kompetenzbereich zu. Fragen nach möglichen Einflüssen des Projekts bei anderen mathematischen Schwerpunktsetzungen können im Rahmen der vorliegenden Studie nicht beantwortet werden.

Auch die Aussagekraft des Vergleichs der Interventionsgruppen mit der Kontrollgruppe bezüglich der Kompetenzentwicklung in diesem Themengebiet muss innerhalb der Studie eingeschränkt werden. Die Interventionsgruppen haben sich während der Projektdurchführung zwei Tage mit den Inhalten befasst, wobei die Kontrollgruppe keinen zusätzlichen Unterricht erhielt. Die Kontrollgruppe hatte demnach weniger Zeit ihre Kompetenzen weiterzuentwickeln, wodurch die Aussagekraft im Hinblick auf die Auswirkung auf Grundlage der spezifischen Gestaltung der Lernumgebung eingeschränkt wird.

Wie bereits in Kapitel 7.1 beschrieben, muss der Vergleich des regulären Mathematikunterrichts mit dem Projekt bezüglich der allgemeinen Aussagekraft der Befunde zum regulären Mathematikunterricht eingeschränkt werden, da die einzelnen Mathematikstunden nicht stellvertretend für den kompletten Mathematikunterricht verstanden werden dürfen.

Die Erklärung für langfristige Effekte auf emotionale und motivationale Parameter können aufgrund der kurzen Interventionszeit von zwei Projekttagen und des langen Erhebungszeitraum von drei Monaten nur eingeschränkt auf das Projekt bezogen werden. In so komplexen Wirkungszusammenhängen könnten unterschiedliche Themen (vgl. Kapitel 2.3.1) oder unterrichtliche Faktoren (vgl. Kapitel 3.3) im Zeitraum zwischen dem zweiten und dritten Messzeitpunkt Einfluss auf die Lern- und Leistungsempfindungen der SchülerInnen genommen haben, welche nicht erfasst werden konnten. Zudem konnte der in Kapitel 2.4 beschriebene Zusammenhang emotionaler und motivationaler Faktoren mit kognitiven Prozessen und entsprechend die Lernleistung aufgrund des Studiendesigns nicht untersucht werden. Die Leistungsentwicklung wurden lediglich in Bezug auf das

mathematischen Inhaltsfeld Raumgeometrie erhoben, welches nach dem Projekt nicht weiter im Unterricht behandelt wurde. Daher konnte der reziproke Wirkzusammenhang affektiver Merkmale mit der Lernleistung, welche sich im Verlauf des Schuljahres themenspezifisch ändert, nicht rekonstruiert werden. Zudem eignet sich die simultane Erfassung der Emotionen und Lernleistung aufgrund verzögerter Wirkmechanismen lediglich eingeschränkt zur Untersuchung dieser Zusammenhänge.

Mit dem Forschungsdesign und den ausgewählten Forschungsinstrumenten konnten die gestellten Forschungsfragen beantwortet und die Ergebnisse auf Grundlage der theoretischen Ausführungen erklärt und in diese eingegliedert werden. Dabei können generelle Aussagen zur Wirksamkeit des Projekts auf affektive und motivationale Aspekte sowie zur Kompetenzentwicklung im Themenbereich Raumgeometrie gemacht werden. Die Studie lässt allerdings offen, welche Faktoren bzw. Gestaltungsmerkmale der Lernumgebung des Projekts sich konkret und inwieweit auf die erhobenen Konstrukte auswirkten.

7.6 Perspektiven

Auf Grundlage der Ergebnisse dieser Studie sowie aus den genannten Einschränkungen und offenen Fragen entwickeln sich zum einen weitere Forschungsansätze und zum anderen Perspektiven für die Unterrichtspraxis, welche abschließend dargestellt werden.

7.6.1 Forschungsperspektiven

Differenzierte Betrachtung der Einflussgrößen der Lernumgebung: Die Gestaltung der Lernumgebung anhand emotions- und motivationsförderlichen Merkmale und dessen Untersuchung bilden einen Schwerpunkt dieser Studie. Mit dieser Untersuchung sollte zum einen die Umsetzbarkeit überprüft und sich zum anderen ein Überblick über dessen Wirksamkeit verschafft werden. Aus den Befunden lassen sich demnach Aussagen zu Effekten des Gesamtprojekts auf affektive und motivationale Parameter sowie zur Kompetenzentwicklung im Themenbereich Raumgeometrie ableiten. Der Einfluss bzw. die Bedeutung der einzelnen Merkmale, wie Projektunterricht und dem damit verbundenen selbstregulierten und kooperativen Lernen sowie die Produktion eines Videos und dem damit

verbundenen Bezug zur Alltagswelt der SchülerInnen werden nicht berücksichtigt. Um differenziertere Aussagen zur Wirkung einzelner Faktoren tätigen zu können, müssten weitere Durchführungen des Projekts angesetzt werden, wobei anschließend beispielsweise Interviews mit SchülerInnen in Bezug auf diese Parameter geführt werden oder quantitative Erhebungsinstrumente genutzt werden, die Skalen hinsichtlich der möglichen Einflussgrößen beinhalten.

Themenvariationen: Das durchgeführte Projekt bezog sich auf den mathematischen Themenbereich Raumgeometrie bzw. die geometrischen Körper. Schukajlow (2015) verweist darauf, dass das emotionale Erleben hinsichtlich verschiedener Themengebiete innerhalb des Fachs Mathematik variieren kann. Es müssten demnach weitere Untersuchungen des Projekts mit anderen mathematischen Schwerpunkten durchgeführt werden, um die Wirkung der Lernumgebung unabhängig des Themas Raumgeometrie zu überprüfen. In diesem Rahmen wäre zudem zu untersuchen, ob eine wiederholte Durchführung des Projekts die Effekte im Sinne der reziproken Wirkmechanismen verstärkt und durch positiven Einfluss auf situative Emotionen dazu beitragen kann, eine langfristig positive affektive Tendenz bei den SchülerInnen hervorzurufen.

Forschungsschwerpunkt Lehrkräfte: In dieser Studie lag der Fokus auf der Wirkung des Projekts auf die Kompetenzentwicklung sowie affektiv-motivationale Faktoren der SchülerInnen. In Bezug auf eine zukünftige Anwendung des Projekts in der Schule wären Befragungen der Lehrkräfte zur Umsetzbarkeit im Unterricht in einem weiteren Projektdurchlauf hilfreich. Die Ergebnisse dieser zusätzlichen Datenerhebung könnten konkrete Perspektiven für die Unterrichtspraxis hinsichtlich des Abwägens von Aufwand und Ertrag geben.

7.6.2 Perspektiven für die Unterrichtspraxis

Das Projekt ist darauf ausgelegt Anwendung in der Unterrichtspraxis zu finden. Die dargestellte empirische Untersuchung sollte diesbezüglich die Auswirkung auf emotionale, motivationale und lernspezifische Merkmale aufzeigen. Die Befunde der Studie belegen, dass die Mitarbeit im Projekt mit einer hohen intrinsischen Motivation einhergeht und eine langfristige positive Entwicklung lern- und leistungsförderlicher Emotionen sowie Minderung von Langeweile begünstigt. Selbst in Bezug auf die Variablen, bei denen keine positive Änderung nachgewiesen wurde, zeigten sich im Vergleich zur Kontrollgruppe größtenteils bessere Werte. Auf Grundlage dieser Ergebnisse kann mit der Projektdurchführung positiver Einfluss auf das emotionale Empfinden und die Einstellung

gegenüber des Fachs Mathematik bei den SchülerInnen genommen werden. Dahingehend ist die Durchführung des Projekts zum Ende der Sekundarstufe I ratsam, da in dieser Phase nach den Befunden der PALMA-Studie (vgl. Pekrun, vom Hofe, Blum, Frenzel, Goetz & Wartha, 2007) einen Rückgang von lernförderlichen Emotionen wie Lernfreud und Stolz und eine Steigerung von Langeweile im Mathematikunterricht bei den SchülerInnen zu verzeichnen ist. Das Projekt, kann als zusammenfassender Themenabschluss in die Unterrichtspraxis eingebunden werden und dient den SchülerInnen, neben den affektiven und motivationalen Effekten, als Wiederholung und Sicherung der bereits behandelten Inhalte. Ebenso ist eine Anwendung des Projekts innerhalb einer Projektwoche oder als regelmäßiges Format in Form einer AG denkbar. Dabei könnte neben den inhaltlichen Schwerpunkten auch auf die Förderung von Medienkompetenz und insbesondere auf den Umgang mit Medien und Urheberrecht eingegangen werden.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

